

Sanela Hudovernik

Stališča učiteljev do uporabe sodobne tehnologije pri pouku matematike

Povzetek: Raba sodobne tehnologije pri pouku matematike prinaša številne prednosti tako za učitelje kot za učence. Te morajo spoznati in prepoznati učitelji, saj je uspešna raba tehnologije pri pouku odvisna predvsem od njih. V okviru reformiranja sistema vzgoje in izobraževanja ter s tem prenove učnih načrtov je treba upoštevati novosti in mednarodne trende, med katerimi je tudi digitalizacija družbe. Učitelji bodo morali slediti spremembam v procesu izobraževanja ter v poučevanje vključevati sodobno tehnologijo na tak način, da bo njena raba pedagoško in didaktično premišljena. Zato bi bilo treba zagotoviti strokovna izobraževanja, s katerimi bodo učitelji bolj kompetentni in samozavestni pri vključevanju sodobne tehnologije v pouk. Toda ali so učitelji pripravljeni na tovrstne spremembe? Z raziskavo, ki jo predstavljamo v prispevku, smo poskušali ugotoviti stališča učiteljev glede rabe dinamične geometrije pri pouku matematike ter raziskati dejavnike, ki vplivajo na oblikovanje njihovih stališč. Anketirali smo 117 osnovnošolskih učiteljev, ki so v šolskem letu 2022/2023 poučevali matematiko v 2. ali 3. vzgojno-izobraževalnem obdobju osnovne šole. Ugotovili smo, da je pripravljenost za vključevanje sodobne tehnologije v pouk pri bolj izkušenih učiteljih manjša v primerjavi z manj izkušenimi učitelji ter da se učitelji zavedajo, da je slovenski učni načrt za matematiko treba spremeniti v smislu, da bo podpiral rabo računalniško podprte tehnologije pri pouku.

Ključne besede: sodobna računalniško podprta tehnologija, matematika, dinamična geometrija, učni načrt, stališča učiteljev

UDK: 37.091.64

Znanstveni prispevek

Uvod

Učenci se lahko aktivno učijo in gradijo svoje znanje, ko se vključijo v pouk, ki spodbuja višje ravni mišljenja, kot so analiza, vrednotenje in ustvarjanje (Anderson in Krathwohl 2001), kar pa je mogoče doseči na različne načine, na primer z aktivnimi učnimi strategijami in strategijami učenja, kot so izkustveno učenje, fizične manipulacije z materiali ali predmeti, eksperimenti itn. (Nesin 2012). Učne strategije, ki temeljijo na raziskovanju in so podprte s *sodobno računalniško podprto tehnologijo* (v nadaljevanju *tehnologijo*), močno povečajo motivacijo (Chiang idr. 2014) in spodbujajo mišljenje na višjih ravneh (Tangkui in Keong 2020). Sodobna tehnologija ima zelo pomembno vlogo v izobraževalnem procesu, še posebej pri pouku matematike, kjer lahko prinaša številne koristi tako učiteljem kot tudi učencem. Pomen uspešne integracije tehnologije pri poučevanju matematike se še posebej poudarja v kontekstu reformiranja sistema vzgoje in izobraževanja ter prenove učnih načrtov (*Izhodišča za prenovo učnih načrtov v osnovni šoli in gimnaziji* 2022). V skladu z mednarodnimi trendi, ki vključujejo digitalizacijo družbe, se učitelji soočajo s potrebo po prilagajanju svojega poučevanja in prepoznavanju novosti v učnem procesu.

V tem prispevku raziskujemo pomembno vprašanje stališč učiteljev do uporabe sodobne tehnologije pri pouku matematike in koliko so ti pripravljene slediti novim smernicam. Poudarek je na rabi dinamične geometrije, kjer smo želeli ugotoviti, kako učitelji dojemajo tovrstno tehnologijo in kateri so dejavniki, ki vplivajo na oblikovanje njihovih stališč.

Tehnologija pri pouku matematike

Tako osnovnošolski kot tudi srednješolski učitelji pri pouku najpogosteje uporabljajo projektor in interaktivno tablo, predvsem za podporo pri poučevanju (Smeets v Wijnen idr. 2023). Manj pogosto pa je pri pouku zaslediti izobraževalne robote, tehnologijo za virtualno resničnost, pametne telefone, 3D-tiskalnice in

tablične računalnike (Frailon idr. 2018), čeprav ima lahko tovrstna tehnologija pozitivne učinke na učenčevo učenje (Backfish idr. 2020).

Računalniško podprta orodja, ki jih uporabljamo za učenje in poučevanje matematike, lahko razvrstimo v tri skupine (Battista 2001):

- *splošna tehnološka orodja* – orodja, ki niso posebej pripravljena za učenje in poučevanje matematike (prim. Kahoot, Padlet);
- *tehnološka orodja, ki se uporabljajo v matematiki* – orodja, razvita za uporabo na področju matematike (prim. računalno, statistični program);
- *tehnološka orodja, razvita za učenje in poučevanje matematike* – orodja, ki so bila razvita s posebnim namenom, da bi omogočila učinkovitejše učenje in poučevanje matematike (prim. GeoGebra).

Tehnološka orodja, ki sodijo v zadnjo skupino, so še posebej pomembna za usvajanje znanja matematike. Na tem mestu bi omenili predvsem orodja dinamične geometrije, saj spodbujajo učenčevo razumevanje geometrije (Crompton idr. 2018).

Akcaj in sodelavci (2021) so v okviru svoje raziskave želeli ugotoviti vpliv uporabe tehnologije na učne dosežke učencev pri matematiki v osnovni šoli. Izbrali so metodo metaanalize, v kateri so združili rezultate 22 eksperimentalnih raziskav, ki pričajo o učinku uporabe tehnologije pri pouku matematike v osnovni šoli na učne dosežke med letoma 2013 in 2019. Izsledki metaanalize kažejo, da je GeoGebra¹ najbolj obravnavano tehnološko orodje v raziskavah ter da je velikost učinka tega orodja pozitivna in velika (0,886) ter večja od velikosti učinkov drugih orodij (npr. spletnih orodij, kot so matematične igre, in večpredstavnostnih programskih orodij). Podobno ugotavljata Chan in Leung (2014), ki sta želela oceniti, ali poučevanje, ki temelji na okolju dinamične geometrije,² dejansko izboljša matematične dosežke učencev v primerjavi s tradicionalnim poučevanjem s svinčnikom in ravnilom. S sistematičnim pregledom prispevkov sta v skladu z vnaprej določeno strategijo iskanja in merili za izbor izbrala devet kvaziekperimentalnih raziskav, ki so bile objavljene med letoma 2002 in 2012. V raziskavah je sodelovalo skupaj 587 učencev, dijakov oziroma študentov. Z metaanalizo sta ugotovila, da ima poučevanje, ki temelji na okolju dinamične geometrije, pozitiven in velik učinek na matematične dosežke v primerjavi s tradicionalnim poučevanjem.

1 GeoGebra je eno izmed računalniških orodij za dinamično geometrijo, ki združuje geometrijo, algebro in aritmetiko za matematično izobraževanje v šolah in na univerzah ter je za nekomercialne uporabnike na voljo brezplačno.

2 Okolje dinamične geometrije (ang. Dynamic geometry environments – DGEs) je računalniško podprto učno okolje, ki temelji na programski opremi za dinamično geometrijo (npr. GeoGebra, Cabri, Geometer's Sketchpad). Osrednja ideja tovrstne programske opreme je »vlečenje« oziroma premikanje geometrijskih elementov po zaslonu z miško. Če so bile vzpostavljene povezave med npr. točkami, črtami in krogi, dinamični program ohranja vse te odnose tudi, ko eno od osnovnih komponent konstrukcije vlečemo, kar omogoča raziskovanje odnosov med elementi, ki niso očitni iz konstrukcije ter so v primerjavi s fizičnimi objekti bolj obvladljivi in prilagodljivi (Kordaki in Potari 2002). Nekateri dinamični programi vključujejo tudi raziskovanje funkcij in algebre. Okolje dinamične geometrije omogoča učencem, da simulirajo, modelirajo in raziskujejo matematične koncepte in odnose med njimi, učiteljem pa, da matematične koncepte predstavijo in razložijo bistveno lažje in produktivneje kot v tradicionalnem okolju s papirjem in svinčnikom (Laborde 2000, 2007).

Učinkovitost poučevanja matematike s pomočjo tehnologije se kaže tako, da to poučevanje bistveno prispeva k izboljšanju matematičnih dosežkov učencev (Akçay idr. 2021; Chan in Leung 2014;), povečuje sodelovanje učencev pri pouku (Hilton 2018; Oliver in Corn 2008) in pozitivno vpliva na motivacijo ter na odnos učencev do matematike (Higgins idr. 2019; Hilton 2018). Poleg tega učencem omogoča raziskovanje matematičnih konceptov (Pierce in Ball 2009; Sawaya in Putnam 2015), kar spodbuja aktivno udeležbo učencev v procesu učenja (Hess 1999).

Jasno je, da zgolj vključevanje tehnologije v pouk matematike ne zagotavlja višjih dosežkov in ne omogoča aktivnega učenja. Tehnologija lahko na motivacijo učencev vpliva tudi negativno (Attard in Northcote 2011). Attard in Northcote (prav tam) opozarjata na nevarnost, da lahko tehnologija postane osrednja tema pouka matematike namesto matematike same. Da se to ne bi zgodilo, je treba poiskati učinkovite učne metode, ki vključujejo tehnologijo. Clements in Meredith (1993) na tem mestu v ospredje postavita vlogo učitelja, saj menita, da zgolj vključevanje računalnikov pri pouku matematike brez učiteljevega vodenja ni učinkovito.

Odnos učiteljev do tehnologije

V procesu spreminjanja izobraževalnega sistema imajo osrednjo vlogo učitelji (Eilks idr. 2004), a se je izkazalo, da ti pogosto ne sprejemajo rezultatov raziskav in novosti v učnih načrtih ter da inovacij pogosto ne implementirajo v pouk (Taber 2001). Odnos posameznika do sprememb je med najpomembnejšimi dejavniki, ki vplivajo na uspešnost in trajnost spremembe (Barki in Huff 1985; Neiva idr. 2005). Toda odnosa do učenja in poučevanja ter prepričanj v zvezi s tem pri učiteljih, še posebej tistih bolj izkušenih, ni enostavno spremeniti (Hannafin 1999). Zato je razumevanje in obravnavanje učiteljevih stališč do tehnologije ključnega pomena za uspešno in trajnostno izvajanje sprememb, ki se nanašajo na integracijo sodobne tehnologije v pouk.

Odnos do sprememb je koncept, ki ga sestavljajo tri dimenzije ali komponente: kognitivni, afektivni in vedenjski odziv na spremembe (Dunham idr. 1989; Kim in Kareem 2017; Oreg 2006). Kognitivni odziv na spremembe izhaja iz posameznikovih prepričanj o potrebi po spremembi, pomembnosti spremembe in ugodnosti rezultatov ter iz znanja, potrebnega za obvladovanje sprememb (Dunham idr. 1989). To so mnenja in prepričanja, ki jih ima posameznik do sprememb (Kim in Kareem 2017). Afektivni odziv na spremembo zajema posameznikova čustva v zvezi s spremembo, vedenjski odziv pa se nanaša na dejanja, ki jih bo posameznik izvršil z namenom obvladovanja spremembe (Kim in Kareem 2017).

Kin in Kareem (2017) ugotavljata, da učitelji ne bodo sprejeli novosti v izobraževanju, če ne razumejo, zakaj so te potrebne in kakšne koristi prinašajo. Odklonilen odnos učiteljev do novosti se lahko spremeni, ko učitelji natančno preučijo prednosti in slabosti morebitnih sprememb, kar sta avtorja (prav tam) označila kot kognitivni odziv na spremembe in v raziskavi pokazala, da se odnos

učiteljev do sprememb v veliki meri opira na kognitivni mehanizem. Vedenjski odziv na spremembe je bil ravno tako prepoznan kot pomemben dejavnik za razvoj stališč učiteljev do sprememb, najmanjši vpliv pa naj bi imel afektivni odziv. Kljub temu avtorja opozarjata, da čustvene ravni ne smemo zanemariti, saj čustva tvorijo ozadje vsake želje po spremembi (prav tam).

Številni projekti implementacije tehnologije v pouk so se izkazali za neuspešne (Halverson in Smith 2009), zato je dobro raziskati vpliv prepričanj učiteljev na uspešnost teh projektov (Selwyn 2010). Odpor učiteljev do uvajanja tehnologije v pouk je eden glavnih razlogov za neuspešno integracijo (Zimmerman 2006). Po drugi strani pripravljenost učiteljev na vključevanje tehnologije v pouk pozitivno vpliva na njeno integracijo (Inan in Lowther 2010). Kljub pozitivnemu odnosu pa učitelji pri poučevanju tehnologije ne izkoriščajo, ker nimajo potrebnih znanj (Miranda in Russell 2012), zato so manj motivirani in se pri rabi tehnologije za namen poučevanja počutijo manj sposobni (Tondeur idr. 2008).

Ker učiteljeva stališča do tehnologije vplivajo na njeno rabo pri pouku (Bowman idr. 2020; Farjon 2019), moramo poiskati pristope, kako krepi pozitivni odnos do tehnologije. Zato je pomembno, da najprej pridobimo vpogled v dejavnike, ki oblikujejo odnos učiteljev do rabe tehnologije v izobraževanju.

Glavna dejavnika, ki vplivata na uspešnost vključevanja tehnologije v izobraževanje, sta odnos učiteljev do sprememb (Howard 2013; Inan in Lowther 2010; Štemberger in Čotar Konrad 2023; Zhao 2007) in izkušnje učiteljev s tehnologijo (Inan in Lowther 2010; Liu idr. 2017; Taimalu in Luik 2019). Kot pomemben dejavnik vključevanja tehnologije v pouk se kaže tudi stopnja izobrazbe učiteljev (Hudovernik 2023; Ritzhaupt idr. 2012). Ob tem ne smemo pozabiti niti na podporo na ravni šole, saj sta dostop do tehnologije (Ruggiero in Mong 2015) in podpora pri njeni integraciji, ki ju zagotovi šola, pomembna napovedovalca vključevanja tehnologije v izobraževanje (Inan in Lowther 2010).

Tukaj je treba opozoriti na ugotovitve *Evropske komisije* (2019), ki poroča, da so slovenske šole glede na evropsko povprečje v večji meri visoko digitalno opremljene³ na vseh stopnjah izobraževanja, vendar je delež učencev, ki v šoli tedensko uporabljajo tehnologijo, v Sloveniji manjši v primerjavi z evropskim povprečjem. Poročila tudi kažejo, da je delež slovenskih šol, ki močno spodbujajo uporabo digitalne tehnologije pri učenju in poučevanju ter spodbujajo strokovni razvoj učiteljev, manjši od evropskega povprečja.

Opremlitev raziskovalnega problema

V okviru reformiranja sistema vzgoje in izobraževanja ter s tem preнове učnih načrtov je treba upoštevati novosti in mednarodne trende, med katerimi je tudi digitalizacija družbe (*Izhodišča za prenovu učnih načrtov v osnovni šoli in gimnaziji* 2022). Snovalci izhodišč za prenovu učnih načrtov (prav tam) so med

³ Visoko digitalno opremljene in povezane šole imajo (med drugim) veliko digitalne opreme (prenosni računalniki, osebni računalniki, kamere, table) na število učencev in širokopasovni internet velike hitrosti.

drugim poudarili pomen aktivne vloge učenca v učnem procesu. S prenovo učnih načrtov bodo torej učitelji morali slediti spremembam v procesu izobraževanja in v poučevanje vključevati sodobno tehnologijo na tak način, da bo njena raba smiselna in učinkovita ter da bo učencem omogočala aktivno učenje. Izhajajoč iz slednjega, smo v ospredje postavili dinamično geometrijo – tehnološko orodje, posebej razvito za učenje matematike, saj se je izkazalo, da ima pozitivne učinke na znanje matematike (Akçay idr. 2021) in omogoča aktivno udeležbo učencev v učnem procesu (Crompton idr. 2018).

Ker naj bi odločitve učiteljev temeljile na implicitnih (osebnih) teorijah sposobnosti in ne na poznavanju teorij o učenju (Hamilton 2006), smo se v raziskavi, ki jo predstavljamo v empiričnem delu, osredotočili na ugotavljanje stališč učiteljev do uporabe dinamične geometrije (v nadaljevanju DG) pri pouku matematike in na dejavnike, ki oblikujejo ta stališča. Izsledki raziskave bodo prispevali k načrtovanju pravočasnih in ustreznih priložnosti za strokovno izpopolnjevanje učiteljev, da bi ti razširili svoje znanje o tehnologiji in povečali spretnosti njene rabe pri pouku matematike.

Na podlagi ciljev raziskave smo si postavili naslednja raziskovalna vprašanja:

- Kakšne so razlike v rabi DG glede na dostopnost računalniške učilnice?
- Ali učitelji, ki uporabljajo DG pri pouku matematike, omogočajo aktivno rabo teh orodij tudi učencem?
- Ali bi se učitelji udeležili strokovnega izobraževanja o rabi DG pri pouku matematike, če bi to bilo na voljo?
- Kakšen je odnos učiteljev do tehnologije?

Metodologija

Raziskovalna metoda in raziskovalni vzorec

V raziskavi smo uporabili deskriptivno metodo in metodo kavzalno-eksperimentalnega pedagoškega raziskovanja. Izvedli smo jo na neslučajnostnem namenskem vzorcu 117 osnovnošolskih učiteljev, ki so v šolskem letu 2022/2023 poučevali matematiko v 2. ali 3. vzgojno-izobraževalnem obdobju. Anketiranci so bili v povprečju stari 44,98 leta ($SD = 9.539$), njihova povprečna delovna doba je bila 19,67 leta ($SD = 11.010$). Največ respondentov je po izobrazbi profesorjev matematike in drugega predmeta ($N = 93$), sledijo profesorji razrednega pouka ($N = 20$) in drugo ($N = 4$). Slednji se z izobraževalno matematiko v času študija niso seznanili, saj so po izobrazbi fizik, svetovalec, informatik in profesor italijanskega jezika.

Postopek zbiranja in obdelave podatkov

Zbiranje podatkov je potekalo od septembra do novembra 2022. Podatke smo zbrali s spletnim anketnim vprašalnikom, ki je bil v programu 1ka pripravljen posebej za izvedbo te študije. Anketni vprašalnik je sestavljen iz dveh delov. V uvo-

dnem delu so respondenti izpolnili demografske podatke (spol, starost, izobrazba, delovna doba), medtem ko vsebinski del vsebuje šest vprašanj – štiri vprašanja zaprtega tipa in dva sklopa trditev za ugotavljanje stališč. Stališča so udeleženci ocenjevali na petstopenjski lestvici (1 – sploh se ne strinjam, 2 – se ne strinjam, 3 – niti se ne strinjam niti se strinjam, 4 – strinjam se, 5 – popolnoma se strinjam).

Konstruktna veljavnost sklopa ocenjevalnih lestvic je bila preverjena s faktorsko analizo. Glede na to, da prvi faktor pojasni 34,2 % variance, kar je več od predpostavljene spodnje meje veljavnosti (20 %) (Cagran 2004), ocenjujemo, da je del anketnega vprašalnika z ocenjevalnimi lestvicami veljaven. Vprašalnik ustreza kriteriju zanesljivosti, saj Cronbachov α -koeficient ($\alpha=0,702$) kaže zadostno zanesljivost. Objektivnost instrumenta je bila zagotovljena z uporabo zaprtih vprašanj in ocenjevalnih lestvic. Objektivnost pri zbiranju podatkov je bila dodatno zagotovljena z enopomenskimi pisnimi navodili za izpolnjevanje ter z nevedenim zbiranjem podatkov.

Podatke smo obdelali in analizirali s programsko opremo SPSS 29.0, in sicer z metodami deskriptivne (frekvence, odstotki, srednje vrednosti) in inferenčne statistike (χ^2 -preizkus hipoteze neodvisnosti, Mann-Whitneyjev U-test, Kruskal-Wallisov H-test, Spearmanov test korelacije). Normalnost porazdelitve spremenljivk smo preverjali s testoma Kolmogorov-Smirnova in Shapiro-Wilka.

Rezultati in interpretacija

V nadaljevanju predstavljamo rezultate za vsako raziskovalno vprašanje posebej.

Kakšne so razlike v rabi DG pri pouku matematike glede na dostopnost računalniške učilnice?

V raziskavi nas je najprej zanimalo, ali anketiranci uporabljajo DG pri pouku matematike; ugotovili smo, da 62,4 % (N = 73) učiteljev ta orodja uporablja. Torej 37,6 % (N = 44) respondentov DG ne uporablja.

Ruggiero in Mong (2015) opozarjata, da ovire, kot je omejena razpoložljivost tehnološke opreme, lahko vplivajo na integracijo tehnologije v pouk. Glede na dejstvo, da je DG neposredno povezana z uporabo tehnologije, smo preverili morebitne razlike v njeni uporabi pri pouku matematike v odvisnosti od razpoložljivosti računalniške učilnice.

Iz Preglednice 1 lahko razberemo, da ima 47,9 % (N = 56) anketiranih učiteljev neomejen dostop⁴ do računalniške učilnice. Med njimi je več tistih (N = 36), ki

⁴ Neomejen dostop do računalniške učilnice pomeni, da imajo učenci v vsakem trenutku prost dostop do računalniških naprav, kot so računalniki, tablice in druge podobne naprave. Šola zagotavlja zadostno število tehničnih sredstev, da učenci lahko nemoteno izvajajo različne dejavnosti na računalnikih, kadarkoli to potrebujejo.

uporabljajo DG pri pouku matematike, kot tistih, ki je ne ($N = 20$). Omejen dostop do računalniške učilnice ima 52,1 % ($N = 61$) anketirancev.

	Dostop do računalniške učilnice je neomejen	Dostop do računalniške učilnice je omejen	Skupaj
Uporabljam DG pri pouku MAT.	36	37	73
	49,3 %	50,7 %	
Ne uporabljam DG pri pouku MAT.	20	24	44
	45,5 %	54,5 %	
Skupaj	56	61	117
	47,9 %	52,1 %	

Preglednica 1: Kontingenčna tabela za rabo DG pri pouku matematike glede na dostopnost računalniške učilnice

Rezultati kažejo, da imajo učitelji, ki uporabljajo DG pri pouku matematike, v primerjavi z učitelji, ki teh orodij ne uporabljajo, približno enako možnost za dostop do računalniške učilnice. Med učitelji, ki DG uporabljajo, je 49,3 % takih z neomejenim dostopom in 50,7 % takih z omejenim dostopom do računalniške učilnice. Med učitelji, ki DG ne uporabljajo, pa je 45,5 % takih z neomejenim dostopom in 54,5 % takih z omejenim dostopom do računalniške učilnice. S χ^2 -preizkusom je bilo potrjeno, da ni statistično značilnih razlik v rabi DG glede na dostopnost računalniške učilnice ($\chi^2 = 0,164$, $p = 0,686$).

Kako se razlikujejo stališča do DG med učitelji, ki ta orodja uporabljajo le za demonstracijo, in tistimi, ki učencem omogočajo njihovo aktivno rabo pri pouku?

Preverili smo, ali učitelji, ki uporabljajo DG, omogočajo njihovo aktivno rabo pri pouku matematike tudi učencem oziroma ali jih uporabljajo le za demonstracijo. Ugotovili smo, da je med učitelji, ki uporabljajo DG ($N = 73$), 68,5 % ($N = 50$) takih, ki tudi učencem omogočajo njeno aktivno rabo. Preostalih 31,5 % ($N = 23$) učiteljev pa DG uporablja le za demonstracijo nekaterih matematičnih konceptov.

Zanimalo nas je tudi, kako se stališča do DG tistih učiteljev, ki to orodje uporabljajo, povezujejo z njihovo rabo DG bodisi le za demonstracijo bodisi za hkratno omogočanje aktivne rabe DG svojim učencem. V ta namen smo oblikovali štiri trditve, ki se nanašajo na stališča do rabe DG pri pouku matematike (Preglednica 2). Trditve so učitelji ocenili s petstopenjsko lestvico, od »sploh se ne strinjam« (Min 1) do »popolnoma se strinjam« (Max 5).

		N	Min	Max	M	SD	Mann-Whitneyjev test		
							\bar{R}	U	2P
DG izboljša geometrijske predstave učencev.	DG uporabljam samo za demonstracijo.	23	2	5	4,04	0,976	32,52	472,000	0,230
	DG uporabljajo tudi učenci.	49	2	5	4,35	0,751	38,37		
DG učencem pomaga boljše razumeti snov.	DG uporabljam samo za demonstracijo.	23	2	5	4,00	0,853	32,33	467,500	0,163
	DG uporabljajo tudi učenci.	50	3	5	4,30	0,647	39,15		
DG prihrani čas načrtovanja, tega je tako mogoče uporabiti za druge MAT dejavnosti.	DG uporabljam samo za demonstracijo.	23	1	5	3,43	1,199	33,33	490,500	0,299
	DG uporabljajo tudi učenci.	50	2	5	3,76	1,061	38,69		
DG je mogoče uporabiti za vizualizacijo geometrijskih elementov in odnosov med njimi.	DG uporabljam samo za demonstracijo.	23	2	5	4,35	0,775	34,28	512,500	0,398
	DG uporabljajo tudi učenci.	50	2	5	4,52	0,614	38,25		

Preglednica 2: Stališča učiteljev do DG glede na način njene rabe

V Preglednici 2 vidimo, da so tako učitelji, ki učencem omogočajo aktivno rabo DG, kot tisti, ki jo uporabljajo le za demonstracijo, vse trditve v povprečju ocenili nad 3,00 ($M > 3,00$), kar se po Likertovi lestvici nagiba k strinjanju. Iz preglednice je tudi razvidno, da so anketiranci, ki DG ne uporabljajo samo za demonstracijo, vse štiri trditve v povprečju ocenili višje kot tisti, ki ta orodja uporabljajo izključno za demonstracijo matematičnih konceptov v razredu ($\bar{R}_{NE} = 38,37$, $\bar{R}_{DA} = 39,52$; $\bar{R}_{NE} = 39,15$, $\bar{R}_{DA} = 32,33$; $\bar{R}_{NE} = 38,69$, $\bar{R}_{DA} = 33,33$; $\bar{R}_{NE} = 38,25$, $\bar{R}_{DA} = 34,28$). Kljub temu rezultati Mann-Whitneyjevega preizkusa ($U = 472,000$, $2P = 0,230$; $U = 467,500$, $2P = 0,163$; $U = 490,500$, $2P = 0,299$; $U = 512,500$, $2P = 0,398$) kažejo, da med učitelji, ki DG uporabljajo le za demonstracijo, in tistimi, ki učencem omogočajo aktivno rabo DG, ni statistično pomembnih razlik v stališčih do rabe DG pri pouku matematike.

Ali bi se učitelji udeležili strokovnega izobraževanja o rabi DG pri pouku matematike, če bi bilo to na voljo?

Anketirane učitelje smo tudi povprašali, ali bi se želeli udeležiti delavnic ali drugih oblik izobraževanja o uporabi DG pri pouku matematike. Analizirali smo in primerjali odgovore med tistimi učitelji, ki izkazujejo interes za dodatno izobraževanje, in tistimi, ki tega interesa nimajo, glede na starost, delovno dobo in izobrazbo.

Večina respondentov bi se delavnic o rabi DG pri pouku matematike udeležila (71,8 %), 6,8 % se jih ne bi, 21,4 % pa jih je odgovorilo z »mogoče«. V spodnji preglednici (Preglednica 3) so prikazani povprečni rangi odgovorov učiteljev glede na njihovo starost in delovno dobo.

		N	f %	Starost v letih			Delovna doba v letih		
				\bar{R}	H	p	\bar{R}	H	p
Ali bi se udeležili delavnic o DG?	Da.	84	71,8 %	52,47	14,829	< 0,001	52,94	13,085	0,001
	Ne.	8	6,8 %	95,88			94,13		
	Mogoče.	25	21,4 %	69,14			68,12		

Preglednica 3: Izid Kruskal-Wallisovega preizkusa razlik v želji po udeležbi na delavnicah o DG glede na starost in delovno dobo učiteljev

Ugotovili smo (Preglednica 3), da so učitelji, ki bi se delavnic o rabi DG udeležili, v povprečju mlajši ($\bar{R}=52,47$) kot učitelji, ki se tovrstnih izobraževanj ne želijo udeležiti ($\bar{R}=95,88$) ali bi se jih mogoče udeležili ($\bar{R}=69,14$). Rezultati Kruskal-Wallisovega preizkusa ($H = 14,829$, $p < 0,001$) kažejo, da so te razlike statistično pomembne. Podobno imajo učitelji, ki bi se delavnic udeležili, v povprečju krajšo delovno dobo ($\bar{R}=52,94$) kot učitelji, ki se jih ne bi udeležili ($\bar{R}=94,13$) ali pa niso prepričani o svoji udeležbi ($\bar{R}=68,12$). Tudi v tem primeru rezultati Kruskal-Wallisovega preizkusa ($H = 13,085$, $p = 0,001$) kažejo, da obstajajo statistično pomembne razlike.

Poleg starosti in delovne dobe smo razlike med učitelji glede njihovega zanimanja za izobraževanje o rabi DG pri pouku matematike preverili tudi v povezavi z njihovo izobrazbo.

		Ali bi se udeležili delavnic o DG?					
		Da		Ne		Mogoče	
		f	f %	f	f %	f	f %
Izobrazba	Profesor MAT	74	79,6 %	5	5,4 %	14	15,1 %
	Profesor RP ali drugo	10	41,7 %	3	12,5 %	11	45,8 %

Preglednica 4: Kontingenčna tabela izobrazbe anketirancev glede na interes za izobraževanje o DG

V Preglednici 4 lahko opazimo, da se večina profesorjev matematike želi udeležiti izobraževanja o rabi DG (79,6 %), profesorjev razrednega pouka in drugih, ki se želijo udeležiti delavnic, pa je le 41,7 %. Rezultat Pearsonovega hi-kvadrat preizkusa ($\chi^2(2)=13,691$; $p=0,001$) kaže, da med profesorji matematike in profesorji razrednega pouka ali drugimi obstajajo statistično pomembne razlike v zanimanju za izobraževanja o rabi DG pri pouku matematike.

Nazadnje smo preverili, ali obstajajo razlike v zanimanju za vključevanje v delavnice o rabi DG med učitelji, ki že uporabljajo DG pri pouku matematike, in tistimi, ki DG ne uporabljajo. Ker je bilo respondentov, ki se za izobraževanja ne bi odločili, malo, smo te združili s tistimi učitelji, ki bi se izobraževanj mogoče udeležili.

		Ali bi se udeležili delavnic o DG?			
		Da		Ne ali mogoče	
		f	f %	f	f %
Ali ste že kdaj uporabili DG pri pouku MAT?	Da	59	80,8 %	14	19,2 %
	Ne	25	56,8 %	19	43,2 %

Preglednica 5: Kontingenčna tabela interesa za izobraževanje o DG glede na to, ali učitelji že uporabljajo DG

Iz Preglednice 5 je razvidno, da si večina anketirancev, ki že uporabljajo DG, želi strokovnih izpopolnjevanj (80,8 %). Tudi wvečina anketirancev, ki ne uporabljajo DG, bi se tovrstnih izobraževanj udeležila (56,8 %), vendar je v primerjavi z učitelji, ki DG že uporabljajo, ta delež občutno manjši. Rezultati Pearsonovega hi-kvadrat preizkusa ($\chi^2(1)=7,811$; $p=0,005$) potrjujejo, da med učitelji, ki že uporabljajo DG, in tistimi, ki teh orodij še ne uporabljajo, obstajajo statistično pomembne razlike v zanimanju za izobraževanja o rabi GD. Na podlagi Cramerjevega koeficienta (0,258) ugotavljamo, da je ta povezanost šibka in statistično pomembna ($p=0,005$).

Kakšen je odnos učiteljev do tehnologije?

Nazadnje nas je zanimalo, kakšno mnenje prevladuje med učitelji glede tehnologije in njene uporabe pri pouku matematike. Postavili smo pet trditvev (Preglednica 6), ki se nanašajo na našo problematiko. Trditve so udeleženi v raziskavi ocenili s petstopenjsko lestvico, od »sploh se ne strinjam« (1) do »popolnoma se strinjam« (5).

	N	Min	Max	M	SD
Verjamem, da raba DG in drugih orodij pri pouku MAT pritegne pozornost učencev.	117	1	5	4,11	0,998
Tehnologija povečuje obremenitev učitelja.	117	1	5	3,39	1,167
Eden večjih problemov v našem šolstvu je neuporaba tehnologije pri pouku.	117	1	5	3,90	0,995
Menim, da bi raba DG in drugih orodij pri pouku MAT povečala uspeh učencev.	117	1	5	3,19	1,217
Menim, da je čas, da naš UN za MAT spremenimo v takšnega, ki podpira uporabo tehnologije 21. stoletja.	117	1	5	3,90	0,995

Preglednica 6: Stališča učiteljev do tehnologije

Iz Preglednice 6 lahko razberemo, da ima trditev »Verjamem, da raba DG in drugih orodij pri pouku MAT pritegne pozornost učencev.« najvišjo povprečno vrednost ($M = 4,11$; $SD = 0,998$). Najnižje so v povprečju učitelji ocenili trditev »Menim, da bi raba DG in drugih orodij pri pouku MAT povečala uspeh učencev.« ($M = 3,19$; $SD = 1,217$).

Zanimalo nas je tudi, kako se stališča do tehnologije razlikujejo glede na to, ali učitelji uporabljajo DG pri pouku matematike ($N = 73$) oziroma je ne uporabljajo ($N = 44$).

	Uporabljam DG pri pouku MAT	N	\bar{R}	U	2P
Verjamem, da raba DG in drugih orodij pri pouku MAT pritegne pozornost učencev.	DA	73	63,03	1312,000	0,077
	NE	44	52,32		
Tehnologija povečuje obremenitev učitelja.	DA	73	56,25	1405,000	0,242
	NE	44	63,53		
Eden večjih problemov v našem šolstvu je neuporaba tehnologije pri pouku.	DA	73	63,79	1256,000	0,038
	NE	44	51,05		
Menim, da bi raba DG in drugih orodij pri pouku MAT povečala uspeh učencev.	DA	73	60,49	1497,000	0,525
	NE	44	56,52		
Menim, da je čas, da naš UN za MAT spremenimo v takšnega, ki podpira uporabo tehnologije 21. stoletja.	DA	73	63,66	1265,500	0,045
	NE	44	51,26		

Preglednica 7: Izid Mann-Whitneyjevega preizkusa razlik v stališčih do tehnologije glede na rabo DG pri pouku matematike

Ugotovili smo, da med učitelji, ki uporabljajo DG, in tistimi, ki je ne, obstajajo statistično pomembne razlike v dveh trditvah, in sicer »Eden večjih problemov v našem šolstvu je neuporaba tehnologije pri pouku.« ($U = 1256,000$, $2P = 0,038$) in »Menim, da je čas, da naš UN za MAT spremenimo v takšnega, ki podpira uporabo tehnologije 21. stoletja.« ($U = 1265,500$, $2P = 0,045$). Z obema trditvama se v povprečju bolj strinjajo učitelji, ki DG uporabljajo ($\bar{R}=63,79$; $\bar{R}=63,66$), v primerjavi z učitelji, ki DG ne uporabljajo ($\bar{R}=51,05$; $\bar{R}=51,26$). Sklepamo lahko, da so učitelji, ki pri pouku matematike DG uporabljajo, v primerjavi s tistimi, ki je ne, bolj naklonjeni spremembam v učnem načrtu, ki se nanašajo na vključevanje tehnologije v pouk.

Nadalje smo želeli ugotoviti, kako se stališča do tehnologije razlikujejo glede na izobrazbo učiteljev.

	Izobrazba	N	\bar{R}	U	2P
Verjamem, da raba DG in drugih orodij pri pouku MAT pritegne pozornost učencev.	Profesor RP	24	43,54	745,000	0,007
	Profesor MAT	93	62,99		
Tehnologija povečuje obremenitev učitelja.	Profesor RP	24	70,35	843,500	0,057
	Profesor MAT	93	56,07		
Eden večjih problemov v našem šolstvu je neuporaba tehnologije pri pouku.	Profesor RP	24	41,04	685,000	0,002
	Profesor MAT	93	63,63		
Menim, da bi raba DG in drugih orodij pri pouku MAT povečala uspeh učencev.	Profesor RP	24	46,67	820,000	0,038
	Profesor MAT	93	62,18		
Menim, da je čas, da naš UN za MAT spremenimo v takšnega, ki podpira uporabo tehnologije 21. stoletja.	Profesor RP	24	53,94	994,500	0,390
	Profesor MAT	93	60,31		

Preglednica 8: Izid Mann-Whitneyjevega preizkusa razlik v stališčih do tehnologije glede na izobrazbo

Od petih trditev so se v treh pokazale statistično pomembne razlike v prid profesorjev matematike. In sicer se profesorji matematike v povprečju bolj kot profesorji razrednega pouka strinjajo s trditvami »Verjamem, da raba DG in drugih orodij pri pouku MAT pritegne pozornost učencev.« ($\bar{R}_{MAT}=62,99$; $\bar{R}_{RP}=43,54$; $U = 745,000$; $2P = 0,007$), »Eden večjih problemov v našem šolstvu je neuporaba tehnologije pri pouku.« ($\bar{R}_{MAT}=63,63$; $\bar{R}_{RP}=41,04$; $U = 685,000$; $2P = 0,002$) in »Menim, da bi raba DG in drugih orodij pri pouku MAT povečala uspeh učencev.« ($\bar{R}_{MAT}=62,18$; $\bar{R}_{RP}=46,67$; $U = 820,000$; $2P = 0,038$).

V nadaljevanju smo ugotavljali, kako se učiteljeva stališča do rabe tehnologije pri pouku matematike povezujejo s starostjo.

	rho	2P
Verjamem, da raba DG in drugih orodij pri pouku MAT pritegne pozornost učencev.	-0,391	< 0,001
Tehnologija povečuje obremenitev učitelja.	-0,017	0,858
Eden večjih problemov v našem šolstvu je neuporaba tehnologije pri pouku.	-0,444	< 0,001
Menim, da bi raba DG in drugih orodij pri pouku MAT povečala uspeh učencev.	-0,235	0,011
Menim, da je čas, da naš UN za MAT spremenimo v takšnega, ki podpira uporabo tehnologije 21. stoletja.	-0,193	0,037

Preglednica 9: Izid Spearmanovega koeficienta korelacije med trditvami in starostjo

Iz Preglednice 9 razberemo, da so statistično značilne negativne korelacije s starostjo najmočnejše pri trditvi »Eden večjih problemov v našem šolstvu je neuporaba tehnologije pri pouku.« ($\text{rho} = -0,444$; $2P < 0,001$). Sledita trditvi »Verjamem, da raba DG in drugih orodij pri pouku MAT pritegne pozornost učencev.« ($\text{rho} = -0,391$; $2P < 0,001$) in »Menim, da bi raba DG in drugih orodij pri pouku MAT

povečala uspeh učencev.« ($\rho = -0,235$; $2P = 0,011$). Neznatna, vendar statistično značilna korelacija s starostjo se kaže tudi pri trditvi »Menim, da je čas, da naš UN za MAT spremenimo v takšnega, ki podpira uporabo tehnologije 21. stoletja.« ($\rho = -0,193$; $2P = 0,037$). Rezultati torej kažejo, da imajo mlajši učitelji bolj pozitivno stališče do rabe tehnologije pri pouku matematike kot starejši.

Razprava

Rezultati raziskave kažejo, da DG pri pouku matematike uporabljata skoraj dve tretjini učiteljev 2. in 3. vzgojno-izobraževalnega obdobja ter da med učitelji ni razlik v rabi DG glede na dostopnost računalniške učilnice. Na podlagi tega lahko sklepamo, da večja razpoložljivost tehnologije v šolah ne zagotavlja nujno njene pogostejše rabe pri učenju in poučevanju matematike, kar pa je v nasprotju z nekaterimi raziskavami (Hsu in Kuan 2013; Inan in Lowther 2010; Liu idr. 2017), ki dokazujejo, da je dostop do tehnologije tesno povezan z njenim vključevanjem v poučevanje. Glede na poročilo Evropske komisije (2019), v katerem ugotavljajo, da so slovenske šole v večji meri visoko digitalno opremljene, lahko trdimo, da je dostop do tehnologije nujen, ne pa zadosten pogoj za integracijo tehnologije v pouk, kar potrjujejo tudi druge raziskave (Ross in Lowther 2003; Lowther 2008).

Na podlagi odgovorov ugotavljamo, da večina učiteljev, ki uporabljajo DG pri pouku matematike, učencem omogoča aktivno rabo teh orodij. Tak rezultat je spodbuden, saj aktivne metode učenja zagotavljajo večjo vključenost pri pouku ter s tem več možnosti za ugotavljanje in odpravljanje napačnih geometrijskih predstav (Hannafin idr. 2001). Ne glede na to, ali učitelji uporabljajo DG le za demonstracijo ali omogočajo učencem aktivno delo s temi orodji, je prepričanje učiteljev glede DG pozitivno, saj ti menijo, da DG izboljša geometrijske predstave, pomaga bolje razumeti snov in prihrani čas načrtovanja. Tudi ta ugotovitev naše raziskave je spodbudna, saj pozitivna prepričanja učiteljev pozitivno vplivajo na vključevanje tehnologije v pouk (Inan in Lowther 2010).

Naša raziskava je potrdila ugotovitve mednarodne raziskave OECD TALIS⁵ (2009), da so starejši učitelji v povprečju deležni manj dni strokovnega razvoja kot mlajši. Podobno si učitelji s krajšo delovno dobo želijo več strokovnega izobraževanja kot učitelji z daljšo delovno dobo. Na podlagi tega sklepamo, da je pripravljenost za vključevanje tehnologije v pouk pri bolj izkušenih učiteljih manjša v primerjavi z manj izkušenimi, kar v svoji raziskavi potrjujeta Inan in Lowther (2010).

Ceprav je povezanost šibka, iz rezultatov naše raziskave ugotavljamo, da bi se strokovnih izobraževanj o DG v večji meri udeležili učitelji, ki pri pouku matematike orodja DG že uporabljajo, kot učitelji, ki jih ne. S tem je dodatno omejena možnost za preizkušanje novih tehnologij pri pouku in spreminjanje ustaljenih učnih praks (Robinson 2003) učiteljev, ki DG ne uporabljajo. Ugotavljamo tudi, da so za strokovna izobraževanja o DG bolj zainteresirani učitelji, ki so po izobrazbi profesorji matematike, kot učitelji, ki so po izobrazbi profesorji razrednega pouka,

⁵ Organisation for Economic Co-operation and Development Teaching And Learning International Survey

čepprav profesorji matematike v nasprotju s profesorji razrednega pouka pridobijo določena znanja o programih DG že med študijem (Hudovernik 2023). Sklepamo torej, da je raba tehnologije pri pouku matematike v nižjih razredih osnovne šole bolj omejena kot v višjih razredih, na kar opozarjajo tudi Akcay idr. (2021).

Iz rezultatov lahko sklepamo, da se učitelji zavedajo, da je neuporaba tehnologije v izobraževanju eden večjih problemov našega šolstva, zato je čas, da učni načrt za matematiko spremenimo tako, da bo podpiral uporabo tehnologije 21. stoletja. Vendar se žal tega bolj zavedajo učitelji, ki DG že uporabljajo, kot tisti, ki je ne. Ta ugotovitev tako kaže, da je treba učiteljem zagotavljati stalne priložnosti za strokovno izpopolnjevanje, povezano s tehnologijo. Wijnen idr. (2023) ugotavljajo, da je kljub pozitivnemu odnosu do tehnologije njena raba pri pouku lahko omejena, saj se učitelji ne počutijo dovolj kompetentni, da bi jo uporabljali pri poučevanju. Raven strokovnega razvoja na področju tehnologije je pozitivno in pomembno povezana z rabo tehnologije pri pouku (Ritzhaupt idr. 2012). Pomembnost izobraževanja učiteljev smo potrdili tudi z našo raziskavo, saj ugotavljamo, da so prednosti vključevanja tehnologije v pouk v večji meri prepoznali učitelji, ki so glede na raziskavo avtorice Hudovernik (2023) bili deležni tovrstnih izobraževanj že med študijem.

Naša raziskava je potrdila tudi izsledke raziskave avtorice Hannafin (1999), da je odnos učiteljev do integracije novosti v pouk povezan z njihovo starostjo. Starejši učitelji so namreč manj naklonjeni vključevanju tehnologije v poučevanju in spremembam v izobraževanju kot njihovi mlajši kolegi. Podobno poročajo številne druge raziskave (Holmes idr. 2013; Inan in Lowther 2010; Liu idr. 2017; Russell idr. 2003).

Sklep

V prispevku ugotavljamo, da so pozitivna stališča do vključevanja tehnologije v pouk matematike in naklonjenost do sprememb v izobraževanju negativno povezani s starostjo učiteljev. Poleg tega ugotavljamo, da se učitelji zavedajo, da je tehnologijo treba vključiti v prenovljeni učni načrt matematike, a se žal s tem bolj strinjajo učitelji, ki že uporabljajo nekatera računalniška orodja. To so tudi učitelji, ki imajo pozitivna stališča do rabe tehnologije pri pouku matematike. Razumevanje stališč učiteljev do vključevanja tehnologije v izobraževanje lahko pomembno prispeva k načrtovanju in realizaciji stalnih priložnosti za strokovno izpopolnjevanje na tem področju, pri čemer je strokovni razvoj opredeljen kot ključni pogoj za uspešno vključevanje tehnologije v učni proces (Hew in Brush 2007).

Namen predstavljene raziskave je bil zato preučiti in osvetliti, kateri so učitelji, ki si ne želijo strokovnega razvoja na področju tehnologije, ter na podlagi ugotovitev prispevati k iskanju rešitev za vključevanje vseh učiteljev v tovrstna izpopolnjevanja. Med pomembnejšimi izsledki, ki kažejo, da na zainteresiranost za strokovna izpopolnjevanja vpliva več dejavnikov, je smiselno postaviti v ospredje, da:

- so bolj izkušeni učitelji manj zainteresirani za strokovna izobraževanja o rabi tehnologije v primerjavi s svojimi mlajšimi kolegi;
- se za strokovna izpopolnjevanja bolj zanimajo učitelji, ki nekatera računalniška orodja že uporabljajo, kot tisti, ki jih ne;
- so profesorji matematike bolj zainteresirani za izobraževanja kot profesorji razrednega pouka.

Pomembno je tudi poudariti, da pozitivne učinke rabe tehnologije pri pouku matematike še posebej priznavajo učitelji, ki so že imeli nekatera izobraževanja, povezana s tehnologijo, zato je smiselno opozoriti na pomen razpoložljivosti stalne strokovne podpore v šolskem okolju. V raziskavi še ugotavljamo, da je razpoložljivost tehnologije, ki jo zagotavlja šola, prvi pogoj za njeno uspešno rabo, vendar pa tehnologija sama po sebi ne zadostuje za spremembo prakse učiteljev. Predvsem bi bilo smiselno, kot navajata Pierce in Ball (2009), da bi se učitelji dolgoročno zavezali, da se bodo naučili, kdaj in kako tehnologijo vključiti v proces poučevanja in učenja.

Omejitve raziskave

Osnovna omejitev predstavljene raziskave je vzorec udeležениh, saj je ta relativno majhen glede na celotno populacijo osnovnošolskih učiteljev, ki poučujejo matematiko, zaradi česar rezultati niso posplošljivi. Po drugi strani pa odgovori učiteljev kažejo na nekatere ključne značilnosti vključevanja tehnologije v učni proces, kar je povezano tako s stališči učiteljev do tehnologije kot tudi z demografskimi značilnostmi učiteljev. Izsledki raziskave ponujajo tudi številne možnosti za nadaljnje delo.

Literatura in viri

- Akçay, A. O., Karahan, E. in Bozan, M. (2021). The effect of using technology in primary school mathematics teaching on students' academic achievement: A meta-analysis study. *Forum for International Research in Education*, 7, št. 2, str. 1–21.
- Anderson, L. W. in Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: Complete edition*. New York: Longman.
- Attard, C. in Northcote, M. (2011). Mathematics on the move: Using mobile technologies to support student learning (Part 1). *Australian Primary Mathematics Classroom*, 16, št. 4, str. 29–31.
- Backfish, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F. in Scheiter, K. (2020). Professional knowledge or motivation? Investigating the role of teachers' expertise on the quality of technology-enhanced lesson plans. *Learning and Instruction*, št. 66, str. 1–13.
- Barki, H. in Huff, S. L. (1985). Change, attitude to change, and decision support system success. *Information & Management*, 9, št. 5, str. 261–268.

- Battista, M. T. (2001). Shape makers: A computer environment that engenders students' construction of geometric ideas and reasoning. *Computers in the Schools*, 17, št. 1/2, str. 105–120.
- Bowman, M., Vongkulluksn, V., Jiang, Z. in Xie, K. (2020). Teachers' exposure to professional development and the quality of their instructional technology use: The mediating role of teachers' value and ability beliefs. *Journal of Research on Technology in Education*, 54, št. 2, str. 188–204.
- Chan, K. K. in Leung, S. W. (2014). Dynamic geometry software improves mathematical achievement: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 51, št. 3, str. 311–325.
- Čagran, B. (2004). *Univariatna in multivariatna analiza podatkov: zbirka primerov uporabe statističnih metod s SPSS*. Maribor: Pedagoška fakulteta.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H. in Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology & Society*, 17, št. 4, str. 352–365.
- Clements, D. H. in Meredith, J. S. 1993. Research on logo: Effects and efficacy. *Journal of Computing in Childhood Education*, št. 4, str. 263–290.
- Crompton, H., Grant, M. R. in Shraim, K. Y. H. (2018). Technologies to enhance and extend children's understanding of geometry: A configurative thematic synthesis of the literature. *Journal of Educational Technology & Society*, 21, št. 1, str. 59–69.
- Dunham, R. B., Grube, J. A., Gardner, D. G., Cummings, L. L. in Pierce, J. L. (1989). *The development of an attitude toward change instrument*. Minnesota: Strategic Management Research Centre, University of Minnesota.
- Eilks, I., Parchmann, I., Gräsel, C. in Ralle, B. (2004). Changing teachers' attitudes and professional skills by involving teachers into projects of curriculum innovation in Germany. V: B. Ralle in I. Eilks (ur.). *Quality in practice-oriented research in science education*. Aachen: Shaker, str. 29–40.
- Evropska komisija. (2019). Dostopno na: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/2nd-survey-schools-ict-education-0> (pridobljeno 13. 7. 2023).
- Farjon, D., Smits, A. in Voogt, J. (2019). Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. *Computers and Education*, 130, str. 81–93.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. in Duckworth, D. (2018). *Preparing for life in a digital world: IEA international computer and information literacy study 2018 international report*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement. Dostopno na: <https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-11/ICILS%202019%20Digital%20final%2004112019.pdf> (pridobljeno 17. 7. 2023).
- Hall, G. E. in Hord, S. (2010). *Implementing change: Patterns, principles, and potholes*. Boston, MA: Pearson.
- Halverson, R. in Smith, A. (2009). How new technologies have (and have not) changed teaching and learning in schools. *Journal of Computing in Teacher Education*, 26, št. 2, str. 49–55.
- Hamilton, L. (2006). Implicit theories of ability: Teacher constructs and classroom consequences. *Scottish Educational Review*, 38, št. 2, str. 201–212.
- Hannafin, R. D. (1999). Can teacher attitudes about learning be changed? *Journal of Computing in Teacher Education*, 15, št. 2, str. 7–13.
- Hannafin, R. D., Burruss, J. D. in Little, C. (2001). Learning with dynamic geometry programs: Perspectives of teachers and learners. *The Journal of Educational Research*, 94, št. 3, str. 132–144.

- Hess, G. F. (1999). Principle 3: Good practice encourages active learning. *Journal of Legal Education*, 49, št. 3, str. 401–417.
- Hew, K. F. in Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55, št. 3, str. 223–252.
- Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J. in Crawford, L. (2019). Effects of technology in mathematics on achievement, motivation, and attitude: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 57, št. 2, str. 283–319.
- Hilton, A. (2018). Engaging primary school students in mathematics: Can iPads make a difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, št. 1, str. 145–165.
- Holmes, K., Bourke, S., Preston, G., Shaw, K. in Smith, M. (2013). Supporting innovation in teaching: What are the key contextual factors? *International Journal of Quantitative Research in Education*, 7, št. 1, str. 85–102.
- Howard, S. K. (2013). Risk-aversion: understanding teachers' resistance to technology integration. *Technology, Pedagogy and Education*, 22, št. 3, str. 357–372.
- Hsu, S. in Kuan, P. Y. (2013). The impact of multilevel factors on technology integration: The case of Taiwanese grade 1-9 teachers and schools. *Educational Technology Research and Development*, 61, št. 1, str. 25–50.
- Hudovernik, S. (2023). Vizualizacija geometrijskih konceptov nekoč in danes: stališča učiteljev glede rabe dinamične geometrije pri pouku matematike. V: A. Istenič, M. Gačnik, B. Horvat, M. Kukanja Gabrijelčič, V. Riccarda Kiswarday, M. Lebeničnik, M. Mezgec, M. Volk (ur.). *Vzgoja in izobraževanje med preteklostjo in prihodnostjo*. Koper: Založba Univerze na Primorskem, str. 447–470.
- Inan, F. A. in Lowther, D. L. (2010). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model. *Educational Technology Research and Development*, 58, št. 2, str. 137–154.
- Izhodišča za prenovu učnih načrtov v osnovni šoli in gimnaziji*. (2022). Ljubljana: ZRSS. Dostopno na: www.zrss.si/pdf/izhodišca_za_prenovo_UN.pdf (pridobljeno 14. 5. 2023).
- Kin, T. M. in Kareem, O. A. (2017). Measuring teacher attitudes towards change: an empirical validation. *International Journal of Management in Education*, 11, št. 4, str. 437–469.
- Kordaki, M. in Potari, D. (2002). The effect on area measurement tools on students' strategies: The role of a computer microworld. *International Journal of Computers and Mathematical Learning*, 7, št. 1, str. 65–100.
- Laborde, C. (2000). Dynamic geometry environments as a source of rich learning contexts for the complex activity of proving. *Educational Studies in Mathematics*, 44, str. 151–161.
- Laborde, C. (2007). The role and uses of technologies in mathematics classroom: Between challenge and modus vivendi. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology*, 7, št. 1, str. 68–92.
- Liu, F., Ritzhaupt, A. D., Dawson K. in Barron, A. E. (2017). Explaining technology integration in K-12 classrooms: a multilevel path analysis model. *Educational Technology Research and Development*, 65, št. 4, str. 795–813.
- Lowther, D. L., Inan, F. A., Strahl, J. D. in Ross, S. M. (2008). Does technology integration »work« when key barriers are removed? *Educational Media International*, 45, št. 3, str. 189–206.
- Miranda, H. in Russell, M. (2012). Understanding factors associated with teacher-directed student use of technology in elementary classrooms: A structural equation modeling approach. *British Journal of Educational Technology*, 43, št. 4, str. 652–666.

- Neiva, E. R., Ros, M. in Paz, M. G. T. (2005). Attitudes towards organizational change: validation of a scale. *Psychology in Spain*, 9, št. 1, str. 81–90.
- Nesin, G. (2012). Active learning. V: E. Thomas (ur.). *This we believe in action: Implementing successful middle level schools*. Westerville, OH: Association for Middle Level Education, str. 17–27.
- OECD TALIS: *Creating effective teaching and learning environments. First results from TALIS*. (2009). Dostopno na: <https://www.oecd.org/education/school/43023606.pdf> (pridobljeno 14. 7. 2023).
- Oliver, K. in Corn, J. (2008). Student-reported differences in technology use and skills after implementation of one-to-one computing. *Educational Media International*, 45, št. 3, str. 215–229.
- Pierce, R. in Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71, št. 3, str. 299–317.
- Ritzhaupt, A. D., Dawson, K. in Cavanaugh, C. (2012). An investigation of factors influencing student use of technology in K-12 classrooms using path analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 46, št. 3, str. 229–254.
- Robinson, W. I. (2003). *External, and internal factors which predict teachers' computer usage in K-12 classrooms*. Detroit, MI: Wayne State University.
- Ross, S. M. in Lowther, D. L. (2003). Impacts of the Co-nect school reform design on classroom instruction, school climate, and student achievement in inner-city schools. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 8, št. 2, str. 215–246.
- Ruggiero, D. in Mong, C. J. (2015). The teacher technology integration experience: Practice and reflection in the classroom. *Journal of Information Technology Education: Research*, 14, str. 161–178.
- Russell, M., Bebell, D., O'Dwyer, L. in O'Connor, K. (2003). Examining teacher technology use: Implications for preservice and inservice teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 54, št. 4, str. 297–310.
- Sawaya, S. F. in Putnam, R. T. (2015). Bridging the gap: Using mobile devices to connect mathematics to out-of-school contexts. V: H. Crompton in J. Traxler (ur.). *Mobile learning and mathematics*. New York: Routledge, str. 9–19.
- Selwyn, N. (2010). Looking beyond learning: Notes towards the critical study of educational technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26, št. 1, str. 65–73.
- Štemberger, T. in Čotar Konrad, S. (2023). Teacher educators' attitudes towards using digital technologies for learning and teaching: The case of Slovenia. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18, št. 17, str. 45–55.
- Taber, K. S. (2001). Constructing chemical concepts in the classroom?: Using research to inform practice. *Chemical Education: Research and Practice in Europe*, 2, št. 1, str. 43–51.
- Taimalu, M. in Luik, P. (2019). The impact of beliefs and knowledge on the integration of technology among teacher educators: A path analysis. *Teaching and Teacher Education*, 79, str. 101–110.
- Tangkui, R. in Keong, T. C. (2020). Enhancing pupils' higher order thinking skills through the lens of activity theory: Is digital game-based learning effective? *International Journal of Advanced Research in Education and Society*, 2, št. 4, str. 1–20.
- Tondeur, J., Valcke, M. in Van Braak, J. (2008). A multidimensional approach to determinants of computer use in primary education: Teacher and school characteristics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, št. 6, str. 494–506.

- Wijnen, F., Walma van der Molen, J. in Voogt, J. (2023). Primary teachers' attitudes towards using new technology and stimulating higher-order thinking in students: A profile analysis. *Education and Information Technologies*, 28, str. 6347–6372.
- Zhao, Y. Social studies teachers' perspectives of technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 15, št. 3, str. 311–333.
- Zimmerman, J. (2006). Why some teachers resist change and what principals can do about it. *National Association of Secondary School Principals*, 90, št. 3, str. 238–249.

Sanela HUDOVERNIK (University of Primorska, Faculty of Education, Slovenia)

TEACHERS' ATTITUDES TOWARDS THE USE MODERN TECHNOLOGY IN MATHEMATICS EDUCATION

Abstract: Using technology in maths lessons has many benefits for both teachers and students. Teachers need to recognise and acknowledge these, as the successful use of technology in the classroom depends primarily on them. In the context of the reform of the education system and the curriculum reform, it is necessary to take into account new developments and international trends in the field of education, including the digitalisation of society. Teachers will therefore need to keep pace with changes in the education process and integrate modern technology into teaching in such a way that its use is meaningful and effective. Therefore, professional training should be provided so that teachers are more competent and confident in integrating modern technology into the classroom. But are teachers ready for such changes? The research presented in this paper sought to identify teachers' views on the use of dynamic geometry in mathematics teaching and to explore the factors that contribute to shaping their views. We surveyed 117 primary school teachers who were teaching mathematics in either Key Stage 2 or Key Stage 3 in the school year 2022/2023. We found that the willingness to integrate technology in the classroom is lower among more experienced teachers compared to less experienced teachers, and that teachers are aware that the Slovenian mathematics curriculum needs to be changed to support the use of technology in the classroom.

Key words: technology, mathematics, dynamic geometry, curriculum, teachers' perspective

Email for correspondence: sanela.hudovernik@pef.upr.si